

簡訊

雙月刊

中華民國九十七年十月號



No. 114

蘭嶼貯存場的檢整重裝作業

印度的低放處置經驗分享

廣東北龍中低放射性廢棄物處置場

中國大陸核電開發現狀

國際間核能人才的需求與訓練

核四廠運轉前環境背景輻射監測報導



核能簡訊　中華民國九十七年十月號



CONTENTS

出版單位　中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　址　新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室
電　話　（03）5711808
傳　真　（03）5725461
網　址　http://www.nicenter.org.tw
E - mail　nic@nicenter.twmail.net
發 行 人　朱鐵吉
編輯委員　李四海、徐懷瓊、翁寶山、黃文盛、萬永亮、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、鍾堅、顏上惠、蕭金益（依筆畫順序）
主　編　朱鐵吉
顧　問　喻冀平
文　編　鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
美　編　陳慧欣
編 印 者　信誠廣告事業有限公司
地　址　台北市興安街100號3樓之5

編｜者｜的｜話

本刊自6月初起，即進行報導蘭嶼貯存場的前置作業，隨後遭遇2次颱風，再加上蘭嶼機票一票難求，訪期一再遞延，直到8月底終於成行。踏上蘭嶼島之後，澄碧的海水、藍到刺眼的天空、崢嶸怪奇的巨岩、路旁隨處晃悠的羊群，定居在此的衝動油然而生，近3個月的鬱悶與煩躁隨之一掃而空。

相信每個到過蘭嶼的外地人都和我同感，這裡最最可貴的就是原始的純淨之美。正因為交通不便，蘭嶼的商業行為不那麼發達，這份與世隔絕的美才得以保存下來。但是也因為與本島隔絕，島上的公共設施與生活機能相當匱乏，居民生活水平難以提昇。如何在保存蘭嶼的原鄉文化、保有純樸民情之餘，加強島上的公共建設與生活資源，平衡點的拿捏確實需要用心思考。

蘭嶼貯存場並不是侵入性的設施，設置至今的環境輻射偵測數值都在環境背景的變動範圍內，民眾所接受最大個人輻射劑量，均低於法規的劑量限值，並未對環境生態造成影響。由於貯存場的設置，蘭嶼鄉公所歷年來總計已獲得超過11億元的回饋金，相信對於改善居民生活水準是相當大的挹注。除此之外，貯存場工作人員與居民感情融洽，真誠推動風災重建、急難救助、獎助學金等敦親睦鄰的工作。人心不是鐵打的，這些努力感動了之前反核的民眾，有人對我們說他現在不反核了。由此看出達悟族人的純真性情，不是物質條件所能左右的。

我國低放射性廢棄物最終處置設施的潛在場址已經公布，同樣都是屬於民風純樸的偏遠地區，相信只要主事者能秉持真誠的態度、全心回饋地方，相信也能化解阻力，創造雙贏的局面。

蘭嶼貯存場的檢整重裝作業

◆ 編輯室

蘭嶼，一個美麗純樸偏遠的小島，單純善良達悟族人的家園，在現代與傳統的衝擊中找到了平衡…

蘭嶼簡介

位於蘭嶼島西北角的岩石，在夕陽映照下，酷似紅色的人頭，因此早期被稱為紅頭嶼；後因當地出產世界唯一的五葉蝴蝶蘭而改名為蘭嶼。蘭嶼是僅次於澎湖的台灣第二大離島，其全島由海底火山噴發熔岩所形成。早期火山噴發碎岩屑或集塊岩所形成的岩層遍布全島，再經過長時間的風化差別侵蝕作用，造成許多崢嶸怪異的特殊風貌。且島嶼周圍均被淺的珊瑚礁圍繞，構成了海岸的主要景觀。島上氣候濕熱多雨，山區密布雨林型態的森林，使蘭嶼島孕育了特殊而豐富的植物和動物，猶如熱帶的基因寶庫。

島上的達悟人原屬馬來波里尼西亞語系，其遠祖大約於800年前從菲律賓北部的巴丹群島移居蘭嶼，所以島民的語言與巴丹居民的語言有80%是相同的。島上居民僅依賴捕魚及種植水芋、甘薯等農作維生，飛魚則是他們最重要的魚獲。居民也飼養豬及羊，但其為財富的象徵，平時並不宰食，只有祭典、遇新屋或新船落成禮時，才會宰殺分送親戚和鄰居。

蘭嶼貯存場

民國61年原子能委員會為因應國內原子能民生用途日漸普及，邀請清華大學、核能研究所及台電公司等單位的專家學者，針對原子能民生應用所產生的低放射性廢棄物，就全國廢棄礦坑或坑道、高山、無人島嶼及各離島等地點逐一檢討評估後，決定先採離島暫時貯存，同時參考當時先進國家已進行的放射性廢棄物海洋處置作業，積極研發海洋處置技術。蘭嶼龍門地區當時具有諸多優點，經審慎評估後，提報政府核定，設置低放射性廢棄物貯存設施。於67年動工，71年正式展開低放射性廢棄物桶的接收作業。

蘭嶼貯存場是貯存來自全國醫、農、工、學、研各界及核能電廠所產生的低放射性固化廢棄物，自71年5月開始營運，85年4月起停止接收，總計有23座壕溝，共貯存97,672桶。雖然所貯存的廢棄物是屬於低放射性，但為確保環境與生態不受影響，貯存場四周環境全年都進行著輻射監測。

貯存場早期由原能會的放射性待處理物料管理處負責運轉；民國79年7月，原能會依據行政院頒布的「放射性廢料管理方針」，交由台電公司接手營運，原能會則負責安全監督工作。

貯存場除了貯存低放射性廢棄物，其更重要的使命在於維護貯存場設施及貯存廢棄物桶的安全，以消弭民眾對廢棄物桶貯存安全的疑慮。同時，做好與當地居民的溝通、服務，並且落實環保都是貯存場的重要任務。

檢整重裝作業

蘭嶼貯存場23座壕溝採非密閉、蓋板可重複啟閉的設計，蓋板與蓋板及溝壁間雖有施以防水膠、膜等防漏措施，但蘭嶼地區屬常年多雨、高溫潮濕的氣候，廢棄物桶經長期貯存於潮濕環境下，致部分出現鏽蝕、破損的現象。但是廢棄物桶貯放於地下3公尺、地面1.5公尺及壁厚15公分的壕溝內，貯存壕溝採多重障壁設計，且具有滲水收集系統，入滲水經收集後再以濃縮器處理，並將蒸餾液回收使用，以落實放射性廢液「活度零排放」政策。歷年來，原能會、中山大學等學術研究機構與台電分別獨立進行監測，結果顯示環境輻射都在自然背景輻射變動範圍內，並未對附近環境與生態造成不良影響。

台電公司依原子能法規規定，於94年3月開始進行蘭嶼貯存場檢整重裝「處理中心」試運轉作業。在試運轉期間，除了藉此機會檢視廢棄物桶鏽蝕狀況、評估容器堪用年限與貯存溝內部狀況外，更研究取桶回貯作業的新工法，改善作業環境，灌輸與建立當地工作者有關安全衛生與輻射防護等知識，教育正確的觀念。台電公司已於96年1月31日取得原能會物料管理局核發「處理中心」運轉執照，並於96年12月正式展開現場廢棄物桶的檢整重裝作業。

依據原子能法規規定，貯存場廢棄物桶運往最終處置場之前，無論有無鏽蝕，均需先完成檢整重裝作業並予分類。利用廢棄物桶淨空作業的機會，針對剝落溝底的鏽蝕桶材與廢棄物碎屑進行清理和除污；同時也進行貯存溝檢查、防漏及必要的補強，以確保安全貯存的功能。檢整重裝分類方式如下：

1.完整桶（第一類）：廢棄物桶桶身及固化體狀況良好。檢整方式：經量測相關數據後直接回貯壕溝。

2.除鏽補漆桶（第二類）：廢棄物桶桶身及固化體狀況良好，但表面鏽蝕、油漆剝落。檢整方式：需除鏽補漆並加以回貯。回貯前需量測相關數據。

3.輕微破損桶（第三類）：廢棄物桶鏽蝕嚴重，無法除鏽補漆但固化體完整者（含4,240個柏油固化桶）。檢整方式：需置放於3×4重裝容器（圖1）內並加以回貯。回貯前仍



圖1.3x4重裝容器



圖2.處理中心：針對廢棄物桶，分別設置檢整或重裝作業線。圖為處理中心的固化灌漿作業區



圖3.取出單元：為橫跨壕溝的可移動式廠房，內裝吊車及夾具，供吊取壕溝內的廢棄物桶或回貯。



圖4.鋼構廠房：供完成檢整的廢棄物桶暫放及有灌注固化劑者養生用，等壕溝完成檢查及必要的補強後，再移回壕溝貯存。



圖5.貯存溝內廢棄物桶回貯狀況

需量測相關數據。

4.破碎固化桶（第四類）：廢棄物桶固化體破裂或粉化。檢整方式：需重新破碎並予以固化後，再放入55加侖桶重裝後加以回貯。回貯前需量測相關數據。

扣除試運轉作業期間已處理桶數，蘭嶼貯存場尚有91,875桶須進行檢整重裝，台電將依據原能會96年5月14日核備的「檢整重裝作業計畫書」確實執行相關作業，預定於99年底完成所有廢棄物桶的檢整重裝作業。

為使蘭嶼貯存場廢棄物桶未來能送往低放射性廢棄物最終處置場進行處置，或簡化未來進行處置時的處理程序，所有廢棄物桶均須進行檢整或重裝。藉由蘭嶼貯存場現有的「處理中心」（圖2）、「取出單元」（圖3）及「鋼構廠房」（圖4）等檢整重裝作業主要設備與設施，分別予以除鏽補漆或以3×4的鋼製容器重裝或予以破碎並經固化後裝桶。

貯存場經理鄭崇賢表示，檢整重裝後的廢棄物桶只能以「固若金湯」來形容，相當安全；且每桶都仔細檢測核種，嚴格控管（圖5）。雖然開蓋檢整的壕溝所貯放的廢棄物桶部分出現鏽蝕，不過根據長期以來的監測顯示，都在安全限值以內，並未對當地環境生態造成任何傷害（表1）。

與居民的互動

檢整工作的進行，增加了當地居民的工作機會；也藉由工作前的教育訓練，讓當地參與檢整工作的居民瞭解貯存場對於工作安全與輻射安全的嚴格管控與重視。非但不需要擔心有輻射外洩的機會，甚至一個步驟一個步驟嚴謹的執行工作流程，更能讓人體會貯存場對於「安全」的要求。

表1.蘭嶼地區歷年環境直接輻射監測結果



貯存場的設置，除了增加島民的工作機會，土地續租配套回饋金也間接改善居民的生活。愈來愈多的遊客，帶來了浮潛與導覽的工作機會，島民的收入也隨之增加。

但是樂天的居民並不汲汲營營於此，他們更在意「休閒活動」。所以時常會舉辦「捕魚比賽」或「歌唱比賽」...等，以凝聚彼此間的感情。而每年最大的盛會，就屬貯存場舉辦了十多年的中秋節歌唱比賽，幾乎全島的居民都會參與此盛會（圖6）。



圖 6.中秋節聯歡晚會，場面相當熱鬧



除了舉辦節慶活動與鄉民同樂，台電公司不遺餘力的推動貯存場睦鄰工作，包括：辦理急難救助、提供獎助學金、協助全鄉性或社區民俗文康活動、社區服務…等。而為了落實睦鄰溝通工作，除台電人員外，另雇用6位蘭嶼鄉民，深入蘭嶼6個部落，主動關懷生活困苦、亟待協助的鄉民；積極參與各社區發展協會業務，協助貯存場與地方維繫良好的互動。此外，島上居民電費全部免費（營業場所除外），所以台電公司對於蘭嶼居民的回饋，光是電費，每年的花費就將近1千萬元。

結語

蘭嶼貯存場的存在，不但沒有破壞或改變蘭嶼美麗的景觀，居民得到台電公司的回饋金自行用來建設民宿、餐廳，發展了島上的觀光，間接也幫助居民改善生活。

當地居民謝先生認為，貯存場的安全措施做得很實在；台電的用心與照護，蘭嶼人感受到了，也相信貯存場是安全的，年輕人不再反對貯存場，同時也肯定、認同台電公司對敦親睦鄰工作的努力。但是老一輩的人，受傳統觀念的束縛，仍是無法敞開心防接受這和善無害的鄰居。

蘭嶼的夜裡，沒有太多的燈光，在沒有光害的清澈天空中，滿天明亮的星星，甚至可以看到美麗的銀河帶。沒有車流的喧囂，清楚的聽見海浪拍打著岸邊的清脆聲音。沒有都市令人難耐的熱氣，而是陣陣清涼的海風。再加上樂天隨性的可愛居民，在這個美麗的小島上，不但沒有如一般人想像貯存場所帶來的恐懼與不安，而是更多因生活改善所帶來的便利與美好。

印度的低放處置經驗分享



◆編輯室

使用核能發電，必定會產生廢棄物。以大多為手套、清潔用具、布類為主的低放射性廢棄物來說，某些國家採暫時貯存，某些採長期處置。各界咸認，在處置場的設址和營運期間，必定要處理許多社會、經濟和環境的議題。光在獲得核可、正式營運前，就將面臨由代表地方意見的委員會和來自當地政府、學校、企業、環保團體和媒體的利益攸關者的關切。

以各國的經驗來說，「技術」和「倫理」經常是放射性廢棄物處置場設址時爭論的重點。影響社會大眾接受度的因素紛陳，爭議是否擴大，會因現有土地使用、處置場位置、未來收受廢棄物數量和型式、選擇的處置技術、欲聘用員工人數和與人口密集區域距離，而有所不同。由於環保意識日漸高漲，也是影響選址的重要因素。培養大眾接受度的關鍵之一，在於社會對於牽涉處置場設址機關的信任度，尤其是設址和管制機關。

印度低放處置廠營運特色

印度目前有7座營運中的淺地層處置設施，專門處理中低放射性廢棄物。多年來，印度政府一直將安全營運和處置放射性廢棄物，作為核電政策最重要的目標，配合宣導措施教育民眾，因此推展低放射性廢棄物處置場時，未面臨到民眾太大的阻力。由於印度能源需求大增，民眾對核能的接受度相當良好。印度有17部營運中的反應器，提供331萬瓩電。除此之外，還有6部建造中的反應器。印度幅員廣大，核能電廠四散各地，在考慮廢棄物運送的安全性後，低放處置設施均位在各核能電廠內。

印度低放處置場的營運，以建立互信、公開展覽、與教育機關互動、媒體溝通、建立民眾意識、發放文宣等措施，造就了印度成功的處置場營運經驗。

與地方建立互信

為了增進與處置場設址當地的溝通，並建立當地居民對於處置場的信心和支持，設施營運者在當地社區的活動目標，都是在建立長期的互信關係。

主管機關原子能部提供各種工作機會，給設址當地土地被徵收的家庭。受雇者由於瞭解處置場實際安全措施和工作情況，也成為處置場建造和營運期間，政府和當地民眾之間良好的溝通橋樑。

公共展覽促進理解

由於印度政策的關係，政府需提供地方上如村長、教師和學生等不同族群處置場安全措施的資訊。在反應器場址舉辦的公開展覽，除了可以展示核電優點之外，也會強調在電廠內的處置場採取的措施，以確保對環境的影響最小。展覽的一部分包括設施鄰近



區域導覽，對幫助民眾理解政府政策有很大的助益。

由上到下的教育紮根

印度原子能部將教師和學生列為主要推廣處置場資訊目標，經常舉辦座談會討論放射性廢棄物管理議題。教師在參與座談會、各自回到教育工作崗位之後，會順道將資訊分享給學生。官方另在處置場定期舉辦參訪活動，供師生參觀。除此之外，印度政府也提供技術及經費補助，給在課程中導入相關議題的教師。針對學生，政府也經常舉辦全國徵文比賽，促進對議題的認識。文章獲選的學生可受邀參訪原子能部作口頭報告，並且參觀研究中心、同位素應用中心和低放射性廢棄物處置場。

印度政府除了成立推廣核子研究的獨立機關－核子科學研究委員會之外，對於從事廢棄物安全管理的國家研究機構和大學，也有實質的補助計畫。在電廠和處置場附近從事環境影響評估的機構，也將優先獲發補助。這些由非官方的專業機構進行的研究，可提供大眾另一個核能安全評估資訊的管道。

媒體溝通良好 確保資訊傳遞正確

有鑑於民眾仰賴大眾媒體獲取資訊甚深，為了確保訊息的正確性，印度主管機關與媒體記者間均建立了良好的互動。每兩年特別為新聞從業人員舉辦會議，介紹最新核能科技進展和廢棄物管理安全措施，確保媒體資訊能正確傳達到全國。除此之外，印度政府也會藉由電視熱門時段節目，討論核能議題和政府核能發展成果。

公眾意識計畫 宣導核能應用

印度核能學會在全國各地為專家、意見領袖、媒體、地方政府官員、賢達舉辦全天性的工作坊。討論主題為核能科技對於醫療和農業正面的應用，除此之外也對放射性廢棄物安全管理略有著墨。

發放全國性文宣

印度政府定期印製大量文宣，如年報、簡訊、手冊等，發放全國民眾參考，讓非處置場所在地民眾也能瞭解最新資訊。

印度處置場能夠成功設址主因為早期的選址、搭配核能電廠和廢棄物減量。而印度政府對於核電和放射性廢棄物營運資訊透明度的政策基調，也是能夠強化民眾信心、信任和接受度的關鍵。

來源：

1. Nuclear power in india, http://www.world-nuclear.org/info/inf53.html
2. S.K. Munshi, "Socioeconomic issues and public involvement practices for near surface disposal of low and intermediate level radioactive waste - Indian approach," Low and Intermediate Level Waste Repositories: Socioeconomic Aspects and Public Involvement, IAEA, June 2007

廣東北龍中低放射性廢棄物處置場

◆編輯室



* 1991年—1994年：初勘、選址、環評
* 1995年01月--國家環保局批復選址階段環評報告，同意北龍場址
* 1998年03月--主體工程開工
* 1998年06月--頒發建造許可證
* 1999年10月--土建工程基本完工
* 1999年12月--合營公司內部責任移交，從秘書部轉到維修部
* 2000年05月--安裝結束，開始調試
* 2000年08月--調試工作結束
* 2001年11月--國家環保總局同意將大亞灣核電站堆內構件舊導向筒暫存在北龍處置場
* 2002年01月--廣核集團成立廣東大亞灣核電環保有限公司

廣東中低放射性固體廢棄物北龍處置場（簡稱北龍處置場）是國家規劃的5個區域處置場之一。主要用於接收和永久處置廣東及鄰近地區核電站、其他產業產生的中低放固體廢棄物。處置場的主要任務是建立工程屏障，使放射性物質與環境隔離，保證這些放射性物質不會釋放到周圍環境中，而對人類產生影響，直到衰變至人類可以接受的水準。

北龍處置場占地約20.5萬平方公尺，依據一次規劃分區建設的原則，處置場被劃分為A、B、C、D4個區，規劃建造70個處置單元，處置容量為8萬立方公尺，累計處置廢棄物放射性總活度約5.4×10^{15}貝克。前期地質探勘、場址選擇、首期工程B1區的28個處置單元的地下管廊設施和8個處置單元及相應系統設備，均由廣東核電合營有限公司出資並組織實施，於2001年8月完成。每一個處置單元的容積為17×17×7共2,023立方公尺。按照原設計的排放方式，每個處置單元可放置：C1桶300個，C4桶132個，金屬桶1,875個。合計每個處置單元可存放的廢棄物包件的總體積為1,157.4立方公尺，8個處置單元的處置量共計9,256立方公尺。

2001年11月12日，北龍處置場作為核設施開始運轉；2002年1月，位於北龍處置場管制區內的廣東省城市放射性廢棄物庫開始接收放射性廢棄物。

北龍處置場工作流程

北龍處置場根據安全、充分利用處置單元容積及大亞灣核電站和興建中的嶺澳核電站廢棄物產生的實際情形，確定北龍處置場的處置工作。

北龍處置場每個處置單元的填充係數為57.2%。按照大亞灣核電站和嶺澳核電站年產生廢棄物的包裝桶型模式，以混裝原則處置廢棄物，處置單元下3層裝填C1、C2、C3型



舊導向筒廢棄物貨包接收、暫存作業

混凝土桶300個及C4型混凝土桶132個；上3層裝填金屬桶1,875個。

該處置場只接收處置符合國家標準規定的廢棄物桶。檢測合格的廢棄物包裝放入處置單元，處置單元裝滿廢棄物包裝後，用水泥沙漿充填空隙，再用鋼筋混凝土封填。所有處置單元封蓋後，上面再覆蓋厚度5公尺的多層防水材料。處置單元底部設置排水管網，以避免處置場運轉期間處置單元內積水，並在處置場關閉後，對處置場實施完整性的監督。

大亞灣核電站混凝土桶廢棄物包件轉運到北龍處置場之後，將緩解大亞灣及嶺澳核電站放射性廢棄物暫存的壓力。

廣東大亞灣核電環保有限公司負責營運管理中低放廢棄物處置場，工作的重點放在北龍處置場的營運管理與放射性廢棄物的接收、處置等核心業務上。環保公司指派一名研究員級高級工程師負責北龍處置場的營運管理，主要技術在於核工程與核技術、放射衛生、環境工程、機電系統設備；全體工作人員均已通過核電站管制區輻射工作授權（RP授權）。

環保公司經過2002年9月至2002年12月的試運行期，以及2002年12月至2004年1月正式運行階段，已完成階段性的報告，使北龍處置場處在安全管制狀態，場區環境管理達到國際標準化組織ISO14000環境管理體系的要求。廣東省輻射防護監測中心提供的監測資料顯示，北龍處置場及存放於其中的廢棄物包件符合相關的法律、法規和標準要求，確認對公眾不會造成任何污染。

2003年2月21日，環保公司北龍運行管理部工作人員參與大亞灣核電站反應堆舊頂蓋廢棄物的接收暫存工作。

目前，北龍處置場在C1-4號處置單元合計為168.8立方公尺，總活度為1.62×10^{13}貝克。此外，北龍處置場控制區內還建有廣東省城市廢棄物庫，到2004年4月底，共接收廢棄物源包件86個，總活度約9.4×10^{10}貝克。

2007年5月21日完成舊導向筒廢棄物貨包接收、暫存作業。

2007年9月20日，在環保公司和運營公司現場服務處、保健物理處等相關部門的協同配合下，大亞灣核電站首批混凝土桶廢棄物貨包已順利轉運到北龍處置場。

資料來源：
http://www.gnpep.com/n64887/n65109/index.html

TEPIA 綜研發表
中國大陸核電開發現狀

◆ 謝牧謙 譯

中國大陸核電發展
計畫興建141座核能機組、總計1億4千萬瓩電

在中國大陸及日本均設有據點的TEPIA集團(總經理劉炳義)專屬研究機構--TEPIA綜合研究所於2008年6月9日在東京發表「中國大陸核電開發現狀」的報告。依報告內容，至2008年5月底，在中國大陸運轉中的核能電廠共有11機組、906.8萬瓩。建設中的機組含2008年2月動工的福建省寧德一期核能電廠1、2號機組(最終將有4座110萬瓩壓水式機組)共有12機組、1,234萬瓩。計畫中有141機組、1億4,520萬瓩，全部合計達164機組、1億6,660.8萬瓩。

根據TEPIA綜合研究所這次的調查，計畫中的核能電廠將設在18個省、自治區及直轄市。除了規模未定的福建省南平縣、陝西省安康縣或漢中縣、甘肅省白銀縣以外的15省、自治區、直轄市部分為141座機組、1億4,520萬瓩。其中採用日本東芝所屬的西屋公司開發的進步式被動式壓水反應器(AP1000)有山東省的海陽核能電廠、浙江省的三門核能電廠、福建省的漳州核能電廠、湖南省的桃花江核能電廠、重慶市的涪陵核能電廠等合計30座機組。

中國大陸以法國技術為基礎自行設計的百萬瓩級壓水式反應器的CRP1000機型，現階段預定採用的已有安徽省蕪湖核能電廠、廣東省陽江核能電廠、廣西壯族自治區白龍核能電廠等計16座機組。法國亞瑞華(AREVA)公司開發的歐洲壓水式反應器EPR（註）已有廣東省台山核能電廠2號機組確定採用。另外，田灣一期核能電廠採用俄羅斯製壓水式反應器(VVER-AES-91)，二期核能電廠正與俄羅斯進行交涉使用同類型機組(譯註：目前已確定簽約)。

除上述核電計畫以外，列入2006年2月「國家中長期科技發展計畫」(2006-2020年)中的「高溫氣冷式反應器(HTGR 200MW)」特別計畫，將於2009年9月在山東省榮成核能電廠正式動工、2013年末預定商轉。TEPIA綜合研究所將中國大陸核電發展的利用狀況初次有系統的編輯成「中國核能手冊」(A4版、350頁、日幣28萬元)於2008年1月底出版販售。內容為：第1章「中國能源、環境狀況」、第2章「核能開發現狀及計畫」、第3章「核電現狀」、第4章「核電設備製造及核燃料循環產業」、第5章「從事核電產業人力現狀及未來展望」、第6章「能源、核能行政體系」、第7章「核電安全及防災」、第8章「核電相關法規」、第9章「核能電廠許可制度」等。有興趣者可連絡TEPIA綜合研究所、窪田秀雄副所長(電話03-5857-4862，email:kubotaho@tepia.co.jp)。

註：歐洲壓水式反應器EPR(European Pressurized Reactor)，法國發展第三代反應器，容量160萬瓩，第一座機組在芬蘭歐基盧歐圖(Olkiluoto-3)建廠中

資料來源：日本「原子力產業新聞」 2008年(平成20年)6月12日
（本文譯者為輔仁大學翻譯研究所兼任教授）



中國大陸的核能發電廠地點

（圖片來源：原子力eye Vol.54 No.8, P.3）

德國多數企業支持擴增核能

◆編輯室

最近一份由德國工商聯會(DIHK)辦理的意見調查指出，近8成的企業主贊成德國核能電廠延壽。此份於7月中針對1,150多家企業所做的線上調查(46%為工業、營造業；21%為貿易商；33%為服務業)，問題主要是詢問企業主對於德國氣候和環保政策的意見。

企業主必須在問卷提出的6個政府防止氣候暖化的措施中－反應器延壽、推廣能源效率、增加再生能源發電比例、碳排放交易、管制和環境稅，選出3個他們認為最適合的。78.1%的企業主選擇反應器延壽、75.8%為推行能源效率、60.8%則為擴增再生能源。

調查結果顯示，對於某些議題，大多數企業主關心的焦點，是在於政府的措施是否會影響企業競爭力，而不在於是否可讓德國達到保護氣候目標。對於提增能源效率、德國核能電廠延壽和使用再生能源等議題，企業主則表示了明顯的支持。

然而，近8成的企業主對於由於實施再生能源法，增加的電價對於企業的影響，表達了負面的態度。德國目前每度電費的1%，乃是用來推廣再生能源。

負責此次企業調查的德國工商聯會，是全德80個工商業協會的總會。德國所有的企業除了手工業、自由業和農業之外，依法必須加入協會。也因此德國工商聯會的代表性無庸置疑，足以代表300萬企業主的心聲。德國工商聯會特別指出，政府應視產業外移，尤其是工業和營造業為一則警訊。工商聯會並引此份調查，建議了數個可改善這種情況的措施：反應器延壽、放棄增加卡車通行費、推廣能源效率諮詢機關、強化能源研究。

核能發電占德國1/3的發電比例，但1998年大選後，上台的綠黨環保部長做出廢核的決策。由於2000年的折衷方案，目前德國電廠的運轉年限規定平均為32年。現在已有2部反應器提早關閉，預計2015年時，全數機組將會下台一鞠躬。而其他國家類似的反應器機組，則獲發60年的執照，明顯比德國營運年限長近1倍。而2005年上台，由梅克爾領軍的聯合政府，則對於廢核的政策稍微軟化。

來源：WNN 2008/09/03
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Most_German_businesses_support_nuclear_extension-0309084.html



荷蘭外長：我們需要核能

◆編輯室

荷蘭外交部長費爾哈根表示，荷蘭需要自己的能源(包含核能)，以結束對於進口能源的依賴。

費爾哈根在母校萊登大學開學演講中，做出此番談話。他解釋，荷蘭基於相互依賴和共同的利益，「處心積慮」與俄羅斯建立深厚廣泛的能源合作關係。而兩國所謂穩定的關係，是建立在互惠的基礎上。舉例來說，俄羅斯天然氣供應商1/3的營收來自歐洲。費爾哈根話鋒一轉說，最近發生的事件顯示，俄羅斯政府未必跟他歐洲的鄰居們想的一樣。

他警告，荷蘭不能一面忽略荷俄兩國的互賴關係，一面表示俄羅斯政策「不可接受」。荷蘭不該繼續反對解決依賴外國能源的問題。他指出，荷蘭在北海有自己的風力發電廠，國內也有核能電廠。為了荷蘭未來的能源安全，應該使發電多樣化，不要把所有雞蛋放在同一個籃子裡。這麼做一方面可以達到抗暖化目標，另一方面可以使自己較不受他國操控。

荷蘭目前有一部營運中的柏賽爾核能電廠，占該國4%的發電比例。荷蘭對天然氣和燃煤發電仰賴甚深，每年還另外進口180億度的電力。雖然政府早期曾做完善的核能政策規劃，但1960年代發現了大型天然氣田，所以使得政策目標轉移，僅有2座核能電廠營運。1994年荷蘭國會投票通過在2003年關閉柏賽爾核能電廠，但後來期限又延到2013年。2005年荷蘭政府宣布終止廢核決定，柏賽爾核能電廠因此逃過關閉命運，得以營運至2034年。

核能「無可避免」，國會議員如是說

無獨有偶，荷蘭國會議員馮吉爾日前聲明，核電是荷蘭無可避免的選擇。身為前住宅空間計畫及環境部副部長的馮吉爾，在個人的部落格中寫道，如果荷蘭想避免對俄羅斯進口天然氣的依賴，在未來的數十年內，該國是無法避免要使用核電的。

馮吉爾指出，依照目前聯合政府的政治現況，蓋新核能電廠並無可能。但他也說明，在荷蘭的法律下，可允許興建新核電廠。促成新核能電廠的關鍵不在政府，而在核能工業界。他說，如果有公司送交興建核能電廠案，只要符合所有法規要求，政府最終會核可通過。

荷蘭聯合政府由基督教民主聯盟、工黨和基督教聯盟組成，預計將繼續執政到2011年。2008年政府國際社經政策顧問委員會曾經建言，荷蘭政府應該在2010年評估氣候政策時，考慮擴增核能。

來源：WNN News 2008/09/02
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Netherlands_needs_nuclear_says_minister-0209088.html

蘇格蘭低放廢處置場計畫持續進行

◆編輯室

蘇格蘭環境保護署應高地議會要求，對當瑞(Dounreay)低放射性廢棄物設施做出影響評估。蘇格蘭環保署建議，如果實施一些保護民眾和環境的措施，高地議會應該支持建造設施。

前述所指的保護措施包括公告建造工法、施工時廢棄物處理辦法和地下及地表水文的影響評估。蘇格蘭環保署表示，配合政府機關的管制要求，這些措施將能確保當瑞低放廢設施能夠安全營運。當瑞的地方民意機關－高地議會，目前尚未發給設施計畫核可。

位於蘇格蘭北部的當瑞核設施複合園區，是英國1954到1994年間的實驗反應器研發中心所在地，反應器現已經停止運轉、將進行除役。反應器除役計畫，預計耗資約新台幣150億元，未來20年，電廠和設施將做階段性拆除和移出。 除了原先存放在場址處的低放廢之外，未來反應器除役也將產生其他的低放廢。

蘇格蘭政府不考慮在英國處理當瑞園區的低放廢，政府官員表示，當瑞的廢棄物應該由當瑞自己處理。

當瑞低放廢處置設施的預定地，屬核子除役局所有，地點就位在目前的當瑞除役場址旁。處置場設施將囊括最多達6個的淺地層混凝土貯存窖，和在現有場址建造的水泥漿廠和行政管理區域。

當瑞低放廢處置設施將用來處理園區除役後產生的低放廢，最多可容納17.5萬立方公尺的固體廢棄物，除此之外，還可容納從舊有低放廢坑取出的廢棄物。依據當瑞場址復原公司的計畫，處置場將從2011年動工，2014年開始營運。舊有低放廢棄物預計在2019年中開始移出。

來源：WNN 2008/07/24
http://www.world-nuclear-news.org/WR-Dounreay_waste_plan_moves_ahead_2407085.html

當瑞(Dounreay)小檔案

位置：蘇格蘭北部

歷史：1950年代為研究用反應器、燃料製造等設施的複合園區，1994年最後一部反應器停止營運。

現況：目前欲實施除役計畫，並興建低放廢處置場，2011年動工。

國際間核能人才的需求與訓練

◆編輯室

2008年5月26日於法國馬賽舉行的第16屆全球核能婦女會（WIN GLOBAL）中，各核能工業國與國際組織均出現核能發電人才短缺、人力青黃不接的現象，為核能相關專業的教育與訓練感到急迫性的需要。

經濟合作暨開發組織（OECD）之下的核能署（NEA）曾於2000年7月調查核能的教育訓練情況，出版「核能教育與訓練的隱憂」（Nuclear education and training: cause for concern），期勉各會員國能挽回大學中核能相關系所減少的頹勢。

核能署對各會員國政府的建議

核能署各會員國已注意到現階段核能領域的人才缺乏，於2007年10月簽署一份聲明書，聲明書中表示，核能工業的生命循環長達100年，面對技術快速發展必須有高品質的研發人才，才能開發出新知識與新技術，以確保核能安全運轉。

核能署認為目前核能領域面臨3大困難

1.核能電廠仍在繼續運轉之中，但人力老化或退休的情形嚴重，尤其是沒有新建核能電廠的國家，政府的核能研發經費縮減、研究設施沒有持續更新、技術跟不上時代。

2.在除役及放射性廢棄物處理方面，被社會大眾認為是夕陽工作，無法吸引年輕人參與研發相關的新技術。

3.學生對核工/工程的興趣不高，工程科系畢業生轉換到別的領域工作，人才不足無法迎接核能復甦的趨勢。面對電業自由化、政府核能研發經費縮減、大學中核能教育系所減少，更使核能人才流失。

因此為了迎接核能復甦，有4個面向需要努力：1.教育，2.研發，3.國際合作，4.增加民眾接受度。

各國人才需求現況

法國在未來10年內核能從業人員有40%將退休；美國到2016年將有50%退休；日本也認為戰後嬰兒潮出生的人最近將陸續退休，而現在出生率偏低，因此核能界普遍面臨人力不足的危機，如果後繼無人，將影響日本核能工業的全球競爭力。幾乎與會各國都感受到要迎接核能復甦必須要有人才，因此提出各種方案培訓人才，甚至跨國搶人。

一、美國

美國核能業界人力老化，現有核能人才在2016年約有25,000人退休。因電廠壽命超過60年，又有新電廠要興建，因此核能業界不僅需要將原有的技術知識傳承下去，還要加緊召募年輕生力軍。美國核能界未來將朝向以下幾點努力：

1.廣徵人才：



（1）關鍵人力(有技術的人才)—邁向全球徵才，包括鼓勵婦女加入核能領域。

（2）與大學、教育機構(包括職業學校)及技術團體合作，召募有學位/無學位的人才。

（3）支持核能教育及核能科技研發計畫。

（4）工作彈性、多元化。

2.增加核能可見度，並改善人們對核能的印象—不排除向小學生宣導核能。

3.放眼全球市場。

二、日本

戰後嬰兒潮時期出生的人最近陸續退休，而現在出生率很低，因此核能界都感受到人力資源不足的危機，如果後繼無人，將影響日本核能工業在世界的競爭力。文部省及經產省於2007年推出核能人力資源發展計畫（Nuclear Power Human Resources Development Program）(2007-2009年)，旨在支持核能教育，以及從事核能基礎研發，以支持核能發電。

三、法國

法國核能科技院(INSTN)與巴黎大學合作，於2008年9月提出核工碩士學位（master of nuclear engineering）計畫，以英語授課，召募優秀科技人才加以訓練。課程包括反應器物理學、熱流、核能材料等，旨在教育工程師及研究人員具有核反應器各種工程技巧與知識。

民用的核能人才在薩科雷和卡達赫希研究中心訓練，軍用的核能人才則在EAMEA學校訓練。

法國目前已沒有核工系學士的畢業生，因此召募對象為法國及外籍學生，工程學院畢業者或具有碩士學位者，由巴黎大學授予核工碩士，是碩士後的碩士，訓練學生使用現有工具來建置第三代反應器，並設計開發更先進的反應器系統。

四、中國大陸

中國大陸目前積極增建核能機組，預計

到2020年所需核能人力為13,000人。由於核能人力不足，目前積極在各重點大學培訓人才，每年約有1,000名畢業生。

五、芬蘭

正在興建第5座機組，計畫興建第6號機，加上國際熱核實驗反應器(ITER)的研究計畫，芬蘭極需要核能人才。而且未來10年有25%的核能專業人員即將退休，必須將他們的技術與知識傳承下去。芬蘭對此似乎胸有成竹，藉著大學教育培植人才之外，產、官、學、研共同合作，使人才得以適才適所。

六、南非

愛司康電力公司的科堡核能電廠有2部法國的壓水式反應器，核能占比6%，燃煤占90%。估計未來20年電力裝置容量將增加到40萬瓩。主要採用的機組為歐洲壓水式反應器與AP-1000，另外南非還有礫石床模組反應器研究，所需的核能人力為7,000人；現在南非有核能人力資源與研發計畫（Nuclear Human Asset and Research Program，SANHARP)，吸引學校中有潛力的學生，培養核能科研人才。愛司康公司也積極擴充核能占比，並與國際合作，如法國亞瑞華公司。

七、羅馬尼亞

現有2部核能機組色納佛達1、2號機，其2007年容量因數平均達95.5%(色納佛達1號機為97.52%)，核能占比為13%，羅馬尼亞預計再增建3、4號機，使其核能占比為18%。

色納佛達2號機為加拿大重氫鈾反應器機型，在施工階段投入人力1,600人，其中有110人是加拿大AECL的專家，80人是義大利ANSALDO公司的人，700人屬於南非SNN S.A.核子燃料製造公司，另外700人屬於芬蘭的核能電力公司（Nuclearelectrica）。完工之後2號機將移交給該核電公司。

八、摩洛哥

目前還未工業化、電網規模不大，也沒有核能機組，若考慮未來的能源需求，有必要準備發展核能。因此已積極參與國際核能合作計畫。摩洛哥現階段的重點在於發展基礎架構，目前在籌備核能高教師資等條件，以便在大學培植電力系統、工程、核工等相關科系的碩士，以及在中學加強能源及工程方面的課程。

跨國企業積極展開人才培訓大作戰

法國亞瑞華（Areva）公司副總裁維威安（Philippe Vivien）在會中表示，亞瑞華現有員工65,000人，2008年將召募12,000人，每分鐘有45份履歷表湧進他的電腦中。到2012年時要召募40,000人。維威安表示，亞瑞華若要有全球競爭力，就要靠有天份的人才，因此展開全球覓才活動。亞瑞華的政策是採取吸引人才、培育人才、給予相當報酬、抓住人

才、在整個企業內輪調的五步曲。

所謂人才包括工程與管理人才，到各大學和學院覓才。首先要確認那些是有天份的人，然後有一個「泛集團整合計畫」（group-wide integration program），再加上專業訓練與內部輪調。

而亞瑞華的美國分公司，預估至2011年需要人力800人。該公司目前有150人在中維吉尼亞社區大學訓練，然後再轉到維吉尼亞大學進修科學學士，150人中有50人是亞瑞華公司的員工。為了搶人才，亞瑞華更積極到各中學召募學生進行培訓。

法國EDF公司則表示未來10年預計有40%員工退休，退休尖峰是每年高達1,000人，必須以新進人員補充，大約需要5,000名工程師，但是人才來源不足。

EDF支持3項訓練計畫：(1)預計2008年召募50名，2009年召募200名新進人員。(2)碩士後（post-master）訓練計畫，(3)加強大學及工程學院的能源教育。

EDF在1999年曾經進用200人以更新輻射防護的人力及技術，10年以後的今天，仍有必要再度進用新人以更新輻射防護的人力及技術。EDF估計在2008-2012年間輻防有150人退休，占1/5，(EDF每2部機的輻防人力為25人)，未來10年有40%的輻防人力退休。EDF最大的挑戰是使輻防人才採用新的輻防技術，並可在新的施工工地工作。

政府應積極主導培訓核能人才

由於核能發展的前置作業很長，培育及訓練核能相關人才所需時間也很長，因此核能署建議各會員國政府：

1.投資於人才培育：採取行動培訓核能相關人才，以符合核能發展之需。

2.投資科研設施以研發核能科技。

3.國際合作：產官學研要密切合作，包括提供獎學金及財務支援給大學生。鼓勵參加國際合作核能研究計畫以吸引年輕一輩成為核能專才。

例如法國教育部與核能業界(Areva, EDF, CEA)共同規畫高中核能專業證書(professional high school diploma)。2006年在4所高中辦理，2008年有58名畢業生。另有5所高中自2007年開始辦理，2009年將有122名畢業生。持有核能專業證書者即有能力做維修、廢棄物處理、拆廠等工作。

結語

我國雖不是核能署的會員國，對於上述建議仍值得參考。中國大陸每年培訓的畢業生有1,000人，我國若要繼續使用核能，必須積極採取行動，否則日後我國的核能人才被中國大陸或美國、日本搶走，核能發展就會居於劣勢。但法國、日本都是政府主導，動員產、官、學、研共同努力，熱切期盼我國政府也能儘速採取必要的行動。

經濟合作暨開發組織核能署簡介



◆劉東山

前言

筆者於2007年11月1日至經濟合作暨開發組織(OECD)所屬的核能署(Nuclear Energy Agency, NEA)擔任我國核能界駐NEA的聯絡官(在NEA頭銜為顧問)。OECD過去有所謂世界有錢人俱樂部的戲稱，因為只有國民所得超過一定金額的國家始得加入。OECD於1961年在法國巴黎創設，目前只有30個會員國。基本上一如其名，OECD關注經濟問題，但經濟問題本身牽涉很廣，故舉凡能源、環境、財稅、勞資關係等相關問題均有研究，並出版研究報告，供會員國參考應用。

OECD的核能署目前有28個會員國，亞洲只有日本及南韓加入，中國大陸因整體經濟條件不符，故尚未能正式加入；而我國雖然條件足夠，遺憾又因政治因素，迄今仍無法正式成為會員。

NEA簡介

NEA的工作領域，從其內部組織分工可見一斑。除署長一人綜理所有業務外，設首席副署長一人，主要管轄其行政、法務及公關部門，署長不在時由其代理。署長之下設兩辦事部門：核子安全與管制及核子科學與發展，分別由兩位技術副署長管轄。前者下設核子安全組與輻射防護及放射性廢棄物管理組(RPWM)2組；後者下設核子科學、核子發展及資料庫3組。由於個人過去曾在放射性廢棄物管理部門服務19年，在核子事故緊急應變部門服務5年，故NEA將筆者放在RPWM組運作，目前有工作人員約70名。

NEA比照OECD的架構，依工作性質也在指導委員會下設置以下幾個常設技術委員會：

- 放射性廢棄物管理委員會
- 輻射防護與公共衛生委員會
- 核設施安全委員會
- 核能管制委員會
- 核能發展與核子燃料循環的技術及經濟發展委員會
- 核能法規委員會
- 核子科學委員會
- 資料庫執行團

各常設技術委員會由年資深官員或專家學者組成，通常1年召開大會1次，除聽取前一年工作報告外，並議定工作提要，以便交由所轄各專家組、顧問組或工作組來執行 。

我國與OECD/NEA的交流活動

一、我國正式參加NEA的合作計畫

1.除污合作計畫(CPD)

為RWMC於1985年成立的國際合作計畫，目前有11個會員國及1個非會員國(中華台北)以各自的核能設施除役計畫參加。CPD約每年召開1次理事會議，約每年召開2次技術諮詢小組會議，其任務小組會議則視需要不定期召開。CPD的預算約每年44,000歐元。

我國自2004年1月1日起，由核研所以台

灣研究反應器(TRR)除役方案代表與NEA簽訂合約，正式加入CPD，有效期5年，2007年年費為3,000歐元，為國內參加NEA有簽訂訊息交換協定的正式計畫。

2.對安全重要的電腦系統(COMPSIS)

為核子設施安全委員會(CSNI)於2005年成立的國際合作計畫，先前9個會員國及1個非會員國(中華台北)參加，2008年起日本及斯洛伐克已退出。COMPSIS計畫由指導小組會議推動，約每年召開兩次會議。第一期3年(2005年1月-2007年12月)已順利結束，第二期3年計畫(2008-2010)進行中，年預算約為10萬歐元，由各參加國家捐獻。

我國是由原子能委員會的核管處代表參加該計畫，原能會繳交的年費為1萬歐元。

二、其他參加項目(未簽署文件，無會員權利義務關係)

1.危險度評估工作小組(WGRisk)

為CSNI於1999年成立的國際合作計畫，目前有21個會員國及多個國際組織(歐盟、世界核能經營者協會、國際原子能總署)參加，其中來自管制機關或其支援單位的人員占多數。WGRisk約每年集會1次，其衍生的任務小組因需要安排。

本案應核研所要求，2007年經徵詢NEA核能安全部門同意，邀請我方出席4月16-20日「廠外外部事件、機率性危險度準則任務小組會議」，並參加第8屆WGRisk年會為觀察員。2008年3月核研所續以觀察員名義參加上述會議。

2.國際核子緊急演習(INEX)

輻射防護與公眾衛生委員會(CRPPH)自1992年起規畫的活動，辦理過INEX 1(1993)、INEX 2(1996)、INEX 2000/ JINEX 1(與國際原子能總署合辦的聯合演習)及INEX 3(2005)國際演習，INEX 4預定2010年的第四季舉行。

我國原能會雖然都應邀參與歷次演習，但因出國配額限制，未能積極參加演習事後的檢討會議，相當可惜。

三、人員長期派駐OECD/NEA參與工作

我國原能會從1993年起即派員赴NEA工作，1993-1997派員以實習名義兼任，1999年後經報行政院核可，增列駐外員額並向外交部借用職位名稱，派員長駐NEA。我國派員在NEA的工作身分為不支薪專家(Cost-Free-Expert)，頭銜為顧問，工作合約一次2年。

派駐人員平常除參加其專案工作會議外，也接受部分工作指派，協助建立資料庫。平時則蒐集或研讀相關資料，適時送回國內相關單位參考。一旦國內有核能界人士來訪，則協助其參訪安排、護送等工作。另外，由於亦屬我國駐外人員之一，有時亦須接受我國駐法代表處統一指揮調度，以利發揮整體外交戰力，為我國在國際間爭取更多支持，提高我國的曝光度與國際地位。

結語

與國際原子能總署相比，因其為聯合國下設單位，政治性很高，以我國目前處境故限制很多；相對的，OECD非聯合國下設單位，且強調經濟層面問題，故較具參加彈性。NEA下的各專家小組，大致上均能務實且前瞻地研討問題，並提出對策，值得國內核能界善用此管道，多派員參加相關會議，獲取新知及建立人脈，以協助工作推展。

筆者有幸得以在國際組織工作，國內核能界如須協助，請盡量提出，自當在第一線戮力以赴，滿足大家的需求。

（本文作者為原子能委員會派駐法代表處副組長兼駐OECD/NEA連絡官）

我國核能電廠減廢績效 傲視全球

◆編輯室



台電公司核能電廠低放射性廢棄物固化裝桶情形
(左圖、右圖)



由於低放射性廢棄物是屬於核能電廠發電時的副產物，無法全然避免，必會有一定的產生量。為了加強核能電廠的低放射性廢棄物減量計畫，台電公司自民國78年起至92年已執行3期的5年營運目標，自93年起再將「低放射性廢棄物減量」納入核能發電系統的關鍵績效指標，持續積極進行低放射性廢棄物減量的工作。

目前各核能電廠都訂有低放射性廢棄物減量執行計畫，並已成立減廢小組推動減廢工作。經過多年致力於低放射性廢棄物減量工作，目前減廢績效非常良好。

為了防止低放射性廢棄物中的放射性核種污染環境及對生物造成傷害，處理低放射性廢棄物時，需將放射性廢棄物轉變為較穩定的型態，經過適當的包裝後，使其所含的放射性核種，無法自廢棄物中釋出；再將包裝處理後的放射性廢棄物暫存於核能電廠的廢棄物貯存庫內，最後再送往最終處置場處置，與人類生活環境永久隔離。

低放射性廢棄物的減容

核能電廠所產生的低放射性廢棄物，經過焚化、壓縮或固化處理後，再以鍍鋅鋼桶盛裝，貯存於各貯存設施內嚴格管制，並未對廠外造成輻射問題。此外，原能會對台電公司核能電廠放射性廢棄物的產生、收集、處理、運送及貯存等作業均有詳細的安全規定，並定期派專業人員檢查，以確保核能電廠的作業符合要求。

核能電廠低放射性廢棄物的處理，可燃性廢棄物採用焚化方式處理，廢棄物的體積平均約可以減少30倍左右。對不可燃性放射性廢棄物採用超高壓壓縮機的壓縮方式來減少其體積，平均約可以減少3倍左右。

低放射性廢棄物的固化及裝桶

為防止溼性低放射性廢棄物中的放射性核種自廢棄物外釋，其溼性低放射性廢棄物

必須固化，即將溼性低放射性廢棄物與固化劑混合成為固化體，再經過適當的包裝，以方便放射性廢棄物的運輸與貯存。

為確保固化廢棄物的固化體品質，每一座核子設施的固化系統均須提報固化流程控制計畫書至主管機關核定，所有固化劑與添加劑的使用量、固化操作條件與程序等均須依照固化流程控制計畫執行。

減廢成效有目共睹

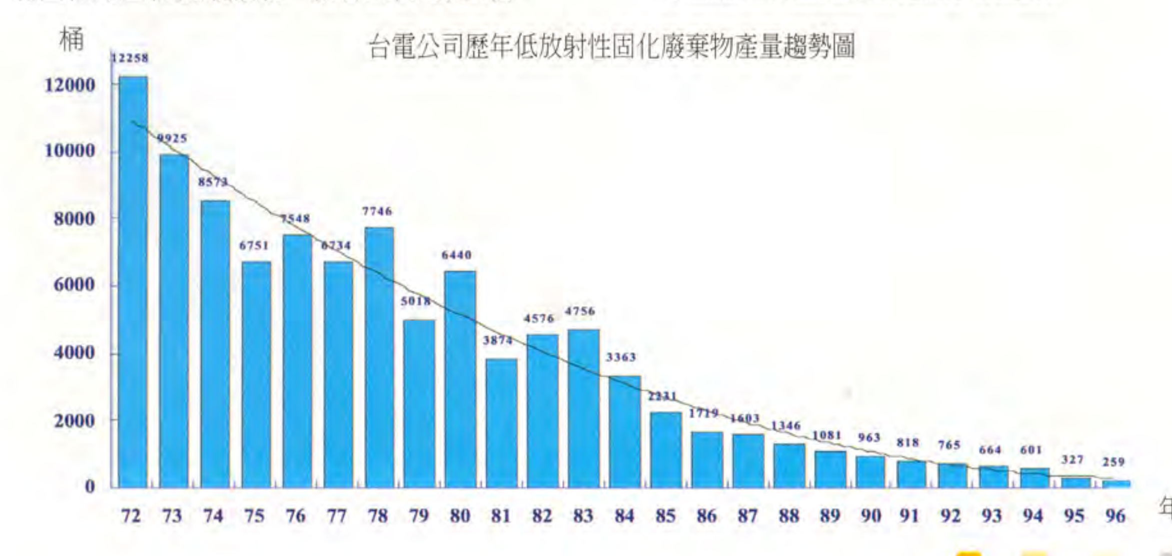
台電公司3個核能電廠低放射性固化廢棄物的總產量由72年最高的1萬餘桶，降低至96年的259桶，核一、二、三廠各產生180、62及17桶固化廢棄物，比95年的327桶更少，是歷年來最低的產量，約為最高產量的2.1%，成效卓著，同時也達成台電公司的績效目標值。尤其是民國91及96年核三廠的固化廢棄物產量僅17桶，創下歷年最佳減容成績，遠低於世界核能經營者協會(WANO)壓水式反應器廢棄物產量平均值的前1/4。

核三廠先前採用的水泥石灰固化法的容積效率較低，自民國87年底起改採用核研所開發成功的壓水式高減容固化法，以添加專利固化劑固化濃縮廢液，減容比例可達5倍；另核二廠也自民國95年底起改採用核研所開發成功的沸水式高減容固化法，減容比例可達2.7倍，固化廢棄物驟減，從94年的387桶減為95年的107桶，而96年的62桶為歷年最低。

核三廠的焚化爐，主要在於處理該廠運轉期間，因操作、維護所產生的低放射性可燃廢棄物。經焚化處理後的廢棄物，其化學性質更穩定，且大幅減少廢棄物的數量，具有環保、安全、減量及經濟等效益，並可提高貯存的安全性，是世界各核能電廠採用的處理方式。建造及運轉期間，原能會物管局均派員稽查，以確保施工品質及運轉安全。本焚化爐目前順利運轉中，每年可處理約500桶的可燃性廢棄物。鄰近的國家--日本至少有17座核能電廠於廠內建造低放射性廢棄物焚化爐。

未來工作重點

我國各核能電廠均致力於減廢工作，各核能電廠逐年均有明顯改善的趨勢，對減少環境負擔及紓解低放射性廢棄物的倉貯壓力貢獻良多。台電公司將持續推動「低放射性廢棄物減量工作」，努力保持核能電廠低放射性廢棄物產量呈穩定減少的趨勢。



核四廠工程 進度報導

◆編輯室

核四工程總進度至97年8月底為83.42%（註1），較97年7月底進展0.90%，各分項工程進度詳如下表：

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100%	19%	15%	58%	8%
1號機	88.60%	97.00%	99.97%	88.12%	50.81%
2號機	77.81%	91.70%	99.41%	75.95%	17.75%
合計進度	83.42%	94.46%	99.70%	82.28%	34.94%

註1：行政院於95年8月21日核定本計畫第1、2號機商轉日期調整為98年7月15日、99年7月15日。

資料來源：http://www.aec.gov.tw/upload/1221468543LM9708.pdf



圖1. 1號機汽機對心調整作業



圖2. 1號機汽機主油泵浦調整作業

更正啟事

第113期核能簡訊封底圖片應為「六氟化鈾(UF6)盛裝容器的水力試驗」，謹此致歉。

核四廠運轉前環境背景輻射監測報導

◆編輯室

依核四廠整體施工計畫時程表，1號機商業運轉日期預定為民國98年07月15日。依據「輻射工作場所管理及場所外環境輻射監測作業準則」第19條規定：核設施在運轉前之環境輻射背景調查需實施至少2年以上。行政院原子能委員會輻射偵測中心（以下簡稱偵測中心）執行環境輻射監測目的包括：1.瞭解運轉前環境中放射性物質累積分布狀況；2.分析數據可作為運轉後例行環境輻射監測計畫擬定的參考；3.即時自動監測資訊，提供民眾正常的環境輻射資訊；4.建立環境試樣放射活度分析數據的背景資料，作為運轉後分析數據的比較。偵測中心擬定「核四廠運轉前環境背景輻射調查計畫」，定期採取空氣、水樣、土壤、岸沙、海產物、農畜產物等環境試樣進行各項放射性核種分析（圖1）。





圖1.進行環境試樣放射性核種分析作業情形

為使社會大眾能清楚了解偵測中心自95年第4季至97年第2季期間，執行核四廠運轉前環境背景輻射監測情形，以簡易圖形來表示各類試樣背景測值變動範圍，各項監測結果分述如下：

直接輻射

在核四廠周圍環境布放熱發光劑量計（TLD）度量環境直接輻射劑量率，統計至97年第2季止，偵測結果介於0.040至0.098微西弗／小時（圖2）。另外規畫98年前建置5座輻射監測站，目前已於澳底、龍門、貢寮等地區各建置一座輻射監測站，各站均全天候24小時運作，即時監測當地的環境輻射量。統計至97年第2季止，環境輻射量變動範圍介於0.040至0.124微西弗／小時（圖3）；即時監測資訊公布動態畫面，如圖4所示。



說明：▬：環境背景輻射監測結果變動範圍

圖2.核四廠環境直接輻射劑量率（TLD）分布圖



圖3.核四廠直接輻射劑量率（自動監測）分布圖



圖4.核四廠周圍環境輻射監測站設置地點與監測資訊公布

環境試樣放射性分析

（一）空浮微粒

在核四廠上、下風向處設置定流量連續抽氣機，採取空氣試樣進行放射性核種分析，總貝他活度小於最低可測活度（MDA）至2.67毫貝克/立方公尺（圖5）。

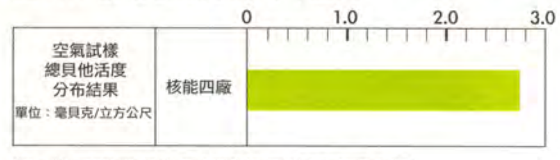


圖5.核四廠環境空氣試樣總貝他活度分布圖

（二）水樣

核四廠利用海水作為冷卻水，因此定期採取海水及環境淡水（飲用水、河川水、地下水、池水）試樣進行放射性核種分析。氚活度小於最低可測活度至3.40貝克／升（圖6）。

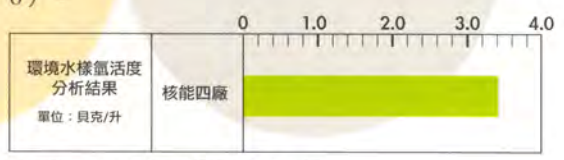


圖6.核四廠環境水樣氚活度分布圖

（三）海產物、農畜產物

為瞭解核四廠運轉後，當地民眾攝食的輻射安全，採取農畜產物、家禽類、葉菜類等季節性試樣；並在核四廠出水口海域採取海魚、海藻及貝類等試樣進行放射性核種分析。海產物、農畜產物銫-137活度小於最低可測活度至0.14貝克／公斤；鍶-90活度小於最低可測活度至0.465貝克／公斤（圖7）。



圖7.核四廠海產物、農畜產物試樣銫-137及鍶-90活度分布圖

（四）累積試樣（土壤與岸沙）

為瞭解核四廠運轉後放射性核種在環境長年累積的變動情形，採取土壤、岸沙試樣進行放射性核種分析。土壤、岸沙試樣銫-137活度小於最低可測活度（MDA）至10貝克／公斤（圖8）。



圖8.核四廠環境累積試樣銫-137活度分布圖

結語

綜合各項環境試樣的監測結果，分析數據可作為核四廠運轉後環境輻射監測計畫擬定的參考；公布核四廠運轉前環境輻射監測報告與即時自動監測資訊，提供民眾正確的環境輻射資訊。

南非簽訂新反應器合約

南非礫石床模組反應器公司簽訂首部反應器統包合約，反應器將位在科伯區，鄰近現有的2部法式反應器，合約價值2.42億美金。受限於2009年必須通過主管機關核可的規定，此16.5萬瓩的示範型反應器，可望在2010年前動工、2014年完工。新核能電廠使用高溫氦冷卻技術，可產熱和發電，並且是美國次世代反應器計畫的候選技術之一。SNC Lavalin 2008/08/22.

加國魁北克省決定更新反應器

加拿大魁北克電力公司決定不讓旗下的堅特利2號反應器除役，未來將更新機組，賦予其新生命。魁北克省電力大多來自省內北方的水力發電廠。採用核能發電的堅特利電廠在穩定供電方面有特殊的地位，並且可在因季節性供水量不穩時，保障能源安全。堅特利2號機更新計畫預計耗資19億美金，更新包括核能、渦輪發電機設備和建造放射性廢棄物營運設施。預計2011-2012年間更新工作將正式啟動。Hydro Quebec 2008/08/19.

首批美國貸款擔保申請案

美國星座能源集團和USEC公司，各為其旗下的核能設施申請貸款擔保。他們是美國政府公布貸款擔保方案以來，首批上門的「客戶」。

星座集團與法國電力公司成立的合資企業－獨星公司，將負責卡佛特克里夫-3號機的貸款擔保案和建廠-營運執照的申請案。卡佛特克里夫3號機將成為美國演化型動力反應器建廠-營運執照的申請參考範例。星座能源集團預估，新卡佛特克里夫3號機的隔夜投資成本，約落在每度電4,500-6,000美元的中高範圍，因此總成本約為美金90億。反應器機組的大型鍛件將由日本製鋼提供，不過目前為止，獨星公司和星座能源集團，尚未做出真正要建造電廠的承諾。

另一家搶下申請貸款擔保頭香的USEC公司，是為其美國離心鈾濃縮廠作「最後需完成的籌資」。USEC預估，該公司位在俄亥俄州的大型先導廠，應可在2009年的第一季前營運。目前原型廠已經試營運一年。主要的離心廠應可在2010年第一季末前正式商轉，在隔年達到年功率百萬分離功單位(SWU)的裝置容量；2012年底前可火力全開全速運轉，年功率達380萬SWU。全廠預估不含籌資，經費約需35億美金。USEC 2008/08/05, Constellation 200//08/07.

波羅地海三國和波蘭達成協議 共蓋核能電廠

經過數個月的紛擾之後，來自波羅地海三國和波蘭的電力公司最後達成協議，共同成立合資公司，目標在立陶宛蓋一座新的320-340萬瓩核能電廠。電廠所在地的國家將可

持有51%的股份，其他3國各持16%。新廠離前蘇聯時代的依歌那林納核能電廠相當近，但將以鄰近小鎮命名。立陶宛可望分享新廠34%的電力(約109-116萬瓩)、波蘭100萬瓩、拉脫維亞和愛沙尼亞各得40-60萬瓩。Reuters 2008/07/25, WNN 2008/07/30.

英國簽訂核設施管理合約 為除役工作訂價

英國核子除役局宣布選定由核子營運夥伴公司(Nuclear Management Partners Ltd)，負責營運雪拉菲爾德大型核能綜合設施，契約年限從5年起跳、最多17年，每年26億美金。

除此之外，核子除役局表示，經過3年的研究之後，他們現在總算可以規劃出一個全英國除役和清理方案「堅實的基調」。計畫涉及26部第一代鋁鎂鈹合金反應器、4處研究場址(當瑞、溫司凱、哈維、溫費斯)和雪拉菲爾德大型複合園區的除役計畫。折現核設施總價現估計約為812億美金、另有深地層處置場建造壽命成本68億，合計880億美金。這個為期130年的除役和清理計畫的總值為1,267億美金，而英國除役局應負責的深地層處置場建造營運總值的經費為201億美金。WNN 2008/07/08 & 11.

產油大國著眼未來 阿聯制訂核能政策

與海灣合作理事會(波灣國家組成之區域性貿易組織)其他會員國不同調，阿拉伯聯合大公國最近公布了完整的核能政策。新政策預估，未來阿聯的電力需求將從2008年的1,550萬瓩，到2020年成長到超過4,000萬瓩，但天然氣僅能應付一半的需求。因此核能發電順勢興起，成為能保障能源安全、滿足能源需求相當具有競爭力的選項。也因此，阿拉伯聯合大公國將依據國際原子能總署的建議，建立實施核能計畫的政府機關。計畫執行機關初期資金為美金1億，專門評估及實施國家核能計畫。

除此之外，阿聯政府也將起草全面性的國家核子法案，以建立完全獨立的核子管制機關。它將提供外國投資者合資興建、營運未來核能電廠的方案。聽聞此消息，有3家法國廠商對阿聯政府的計畫躍躍欲試，希望可以在阿布達比建造2部歐洲壓水式反應器。更多類似的提案積極地提出，作為購入石油的交換條件。

而最後，為了替代國內的濃縮和再處理，阿聯政府也將對用過核子燃料做出長期的處理結論。如果有可能的話，或許可以藉由燃料租賃或其他方式來管理用過核子燃料。UAE white paper April 08.

核一乾式貯存場 環評過關

台電核一廠用過核子燃料乾式中期貯存計畫27日通過環保署環評大會審議，面對北海岸四鄉鎮關心的核安問題，環評大會決議比照核四成立監督委員會，並要求台電針對核能導致的健康風險，召開專家會議。環保團體與鄉民獲悉後痛批審查草率、政府專制，將醞釀抗爭行動。

眾所矚目的核一廠用過核子燃料貯存環評案，歷經專案小組9次審查，3度提環評大會審議，昨日終於拍板定案。依照規畫，台電將於核一廠內興建乾式貯存設施，規畫貯放1,680組用過的核子燃料。此案於94年10月進入環評程序，3年來爭議連連。

環保署長沈世宏要求該乾式貯存設施啟用40年後必須移出，台電不得將其轉為最終貯存設施。

台電強調，核一廠使用之乾式中期貯存設施，在美國已有19年以上之使用經驗，安全無虞。由於核一廠現有貯存用過核子燃料的水池容量有限，台電參照歐美國家的作法，興建一個乾式的中期貯存設施，待最終處置地點擇定後再將用過核子燃料遷移，故乾式中期貯存不會成為最終處置設施，此項作業也與核一廠是否延役無關。（2008.08.28.中國時報）

放射性廢棄物候選場址 明年3縣公投

延宕多年的低放射性廢棄物最終處置場選址作業，終於有突破性進展！經濟部評選台東縣達仁鄉南田村、屏東縣牡丹鄉旭海村和澎湖縣望安鄉東吉嶼為「潛在場址」，半年內從其中選出一個以上的「建議候選場址」，明年下半年由所在地全縣公民進行同意權投票，選出「正式候選場址」。

根據台電提報原子能委員會審查通過的「低放射性廢棄物最終處置計畫」，明年下半年的地方性公投若能順利誕生正式候選場址，再經環境影響評估審查，預定民國100年由經濟部報請行政院核定最終處置場址。屆時所在地鄉鎮及鄰近鄉鎮和所在縣市，可依4：3：2的比例（保留1成為彈性調配）「分享」50億元回饋金。（2008.08.29.中國時報）

政府祭重賞 回饋金優於歐美韓

政府推動低放射性廢棄物最終處置場址選址作業，提出「重賞」，與各國比較，確實有過之而無不及！據了解，以每部核能機組平均回饋金額為比較基準，我國回饋金相當於韓國的1.7倍。

一名台電主管估計，從入選潛在場址到成為正式場址，所在地鄉鎮可獲得的獎勵金，就高達1億8千萬。再依「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」規定，經濟部得由核能發電後端營運基金提撥50億經費，作為推動最終處置場建造工程回饋金。

最終處置場開始接收放射性廢棄物桶

後，還可依實際貯放桶數按年領取回饋金。相關主管透露，回饋辦法雖尚未研擬，但目前蘭嶼貯存場的放射性廢棄物桶，每桶每年提撥200元回饋金給蘭嶼鄉公所，未來最終處置場的營運回饋一定不會比蘭嶼差。

以目前貯放在蘭嶼和各核能電廠內超過10萬桶的放射性廢棄物計算，遷往最終處置場貯放，每年回饋金至少2千萬。

相關主管分析，韓國最終處置場建造期間提撥回饋金約新台幣100億，但該國目前有22部營運中的核能機組，另有8部機組建造中。

我國目前僅6部營運機組，兩部建造中的機組，回饋金卻達50億元，以每部機組平均回饋金額計算，我國的回饋金是6.25億，韓國才3.57億。這名主管進一步表示，歐美國家的回饋金以公眾性補助為主，例如捐助圖書館或獎助學金；或房屋稅、營業稅等稅賦歸所在地方政府所有，每次回饋金額多在5萬、10萬或20萬美元不等，不如台、韓這麼大手筆。（2008.08.29.中國時報）

核四擬明年底試運轉

劉揆指示核四明年底商轉，經濟部能源局長葉惠青昨日在行政院會報告「保障能源安全策略」案。他指出，核四機組預計在明年底將動工「試行運轉」，是否如期能商轉運作仍要作業評估。

劉兆玄裁示，能源安全是經濟發展基石，但台灣能源進口比例超過九九%，未來政策規畫須兼顧經濟與環保，以建構永續供應系統，讓國家發展不會欠缺能源。

葉惠青說明，落實能源安全策略將從降低進口能源依存度、降低能源集中度等方向執行。

在降低進口能源依存度方面，葉惠青表示「核能合理使用評估及推動機制」是重要一環，劉揆指示加速核四動工的進度部分，核四機組目前預估可在明年底前試行運轉。

葉惠青強調，核四運轉除了對國內供電有很大幫助外，且未來能降低進口能源依存度，是落實政府能源安全策略之一。（2008.08.29.中國時報）

亞瑞華舉辦2008年核能研討會

台灣電力公司與AREVA公司於7月31日在美國華盛頓州Richland簽定核一廠與核二廠填換核燃料製造服務契約，合約涵蓋台電核一、二廠各二部核能機組的五個固定批次及三個選擇性批次核燃料填換製造服務。為使國內核能界更進一步了解AREVA公司的產品與服務，以及AREVA集團為世界核能所做的努力，AREVA 於9月10、11日於陽明山天籟國際會議中心舉辦「2008 AREVA核能研討會」。會中由來自法國、美國、德國與日本的AREVA專家針對世界核能發展趨勢、核燃料新產品開發、核子燃料循環及再處理的新趨勢與技術進行詳細說明。此外也介紹了第三代歐洲壓水式反應器的建造與相關服務。與會人士大多為國內核能界的專家、學者與從業人員，參與情況踴躍。由於反應相當熱烈，AREVA表示預計未來將更常舉辦這類的研討會。（2008.09.11.本刊訊）



讀·者·意·見·調·查

核能簡訊雙月刊自民國76年10月創刊至今，已經20餘年
期望藉此問卷調查，瞭解讀者閱讀本刊之後的感想與建議
以作為日後的編輯方針，務使本刊更具可讀性。

★ **請問您認為本刊文章內容的易讀性：**
□ 簡單 □ 中等 □ 艱深

★ **請問您認為本刊頁數篇幅：**
□ 太少 □ 剛好 □ 太多

★ **請問您認為本刊每2個月一期的出刊頻率:**
□ 太頻繁 □ 剛好 □ 間隔太久

★ **請問您對本刊哪些內容較感興趣?**
□ 專題報導 □ 他山之石 □ 熱門話題 □ 核能脈動 □ 輻射看板 □ 核能新聞

★ **請問您對本刊哪些內容較不感興趣?**
□ 專題報導 □ 他山之石 □ 熱門話題 □ 核能脈動 □ 輻射看板 □ 核能新聞

★ **請問您認為本刊需加強的部份：**
□ 報導主題 □ 新聞篩選 □ 美編設計 □ 封面圖片 □ 封底圖片 □ 紙質與厚度 □ 其他
建議：

___

★ **請問您認為本刊應增加哪方面的報導：**
□ 國內新聞 □ 國外新聞 □ 核能安全 □ 核能設施介紹
□ 核能與環保 □ 國外核能發展現況 □ 核子醫學 □ 核能(輻射)的民生用途
□ 其他：

___

★ **您覺得閱讀本刊，對您瞭解核能現況是否有所助益？**
□是　　□否

★ **您對本刊整體的滿意程度：**
□ 非常滿意 □ 滿意 □ 不滿意 □ 沒意見

受訪者年齡：______ 歲　性別：□ 男 □ 女　讀者編號(信封上的英文及數字)：______

居住地區：______ 縣/市 ______ 鄉

教育程度：□ 小學 □ 中學 □ 大學 □ 碩士 □ 博士

請您將本問卷對折之後黏妥，直接投入郵筒中寄回。也可傳真至：(03)572-5461。

衷心感謝您的作答，回函前200名讀者，將致贈2009年精美小桌曆。



廣告回函
新竹郵局登記證
新竹廣字第82號

信函
免貼郵票

新竹市光復路二段一〇一號 研發大樓二〇八室

財團法人核能資訊中心 收

縣市 鄉鎮市區 路街 段 巷 弄 號 樓